



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE ENMIENDAS NUTRICIONALES SOBRE EL
RENDIMIENTO DEL NOPAL (*Opuntia ficus indica* L.) EN
DIRIAMBÁ, CARAZO, 2007.**



Plantación de nopal en la finca Guadarrama, Diriamba, 2007.

AUTORES:

Br. RENE JAVIER ORÚE GÓMEZ
Br. ENRIQUE JOSÉ ROJAS SERRANO

ASESORES:

MSc. MOISÉS BLANCO NAVARRO
MSc. ISABEL CHAVARRÍA GAITÁN

MANAGUA, NICARAGUA
DICIEMBRE, 2008



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE ENMIENDAS NUTRICIONALES SOBRE EL
RENDIMIENTO DEL NOPAL (*Opuntia ficus indica* L.) EN
DIRIAMBÁ, CARAZO, 2007.**

AUTORES:

**Br. RENE JAVIER ORÚE GÓMEZ
Br. ENRIQUE JOSÉ ROJAS SERRANO**

ASESORES:

**MSc. MOISÉS BLANCO NAVARRO
MSc. ISABEL CHAVARRÍA GAITÁN**

**PRESENTADO A LA CONSIDERACIÓN DEL HONORABLE
TRIBUNAL EXAMINADOR COMO REQUISITO FINAL PARA
OPTAR AL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO
GENERALISTA.**

**MANAGUA, NICARAGUA
DICIEMBRE, 2008**

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE ANEXOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I INTRODUCCIÓN	1
II. Hipótesis.....	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos	4
III MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1 Descripción del lugar	5
3.1.1 Ubicación del experimento.....	5
3.1.2 Zonificación agroecológica	5
3.2 Descripción del diseño experimental	5
3.3 Levantamiento de datos.....	6
3.4 Variables evaluadas en el cultivo del nopal	6
3.4.1 Número de plantas vivas de nopal	6
3.4.2 Número de brotes	6
3.4.3 Longitud y diámetro de brotes	7
3.4.4 Rendimiento.....	7
3.4.4.1 Brotes a cosecha	7
3.5 Plano de campo	8
3.6 Análisis estadístico	8
3.7 Análisis de suelo	9
3.8 Manejo agronómico	9
3.8.1 Época de plantación	9
3.8.2 Selección y extracción del material de siembra	9
3.8.3 Tipo de labranza	10
3.8.4 Siembra	10
3.8.5 Orientación de los cladodios	10
3.8.6 Control de malezas	10

3.8.7 Cosecha.....	11
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	12
4.1 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre la sobrevivencia del nopal verdura.	12
4.2 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre el número de brotes del nopal verdura.	12
4.3 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre la longitud de los brotes del nopal verdura.	14
4.4 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre el diámetro de los brotes del nopal verdura.....	15
4.5 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre el número de brotes a cosecha del nopal verdura.....	17
4.6 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre el rendimiento de los brotes del nopal verdura.	18
V CONCLUSIONES	20
VI RECOMENDACIONES	21
VII REFERENCIAS	22
VIII ANEXOS	25

DEDICATORIA

A mis padres Sandro Javier Orúe Cruz y María Elena Gómez Moreno, por ser mis formadores y brindarme consejos durante toda mi vida.

A mis hermanos Carmen Adriana y Saúl Andrés Orúe Gómez, Sandro Javier y Priscila Raquel Orúe Quant.

Al Ingeniero Silvio Echaverri (q.e.d.p.) por brindarnos sin ningún interés, más que el del conocimiento, su finca, muchos consejos y sabiduría necesaria para la vida.

A los futuros egresados, que con mucho esfuerzo se formarán en este arduo camino, siendo la semilla que germinó, dio fruto, produjo cosecha y convirtió a mí Nicaragua en un país rico y productivo.

René Javier Orúe Gómez

DEDICATORIA

Con orgullo y satisfacción, dedico este trabajo de tesis a las personas que más amo, mis padres Nelly María Serrano Rojas y Enrique E. Rojas Aragón por formar el hombre que soy y guiarme por el camino correcto durante toda mi vida.

A Grace María Estrada Acevedo por su apoyo, cariño, paciencia y comprensión durante todos mis estudios y a quien debo inspiración y fortaleza para luchar y alcanzar mis metas.

A mis hermanos y sobrinos quienes siempre me han apoyado en mi formación humana.

A las futuras generaciones quienes sabrán hacer de estos conocimientos una herramienta útil, para un mejor desarrollo de nuestra querida Nicaragua.

Enrique José Rojas Serrano

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme el regalo de la vida y dotarme de fortaleza y sabiduría.

A mi hermana Carmen Adriana Orúe y mi madre María Elena Gómez Moreno por brindarme apoyo para poder realizar mis estudios.

A mi padre Sandro Javier Orúe Cruz por transmitirme sus conocimientos, fortaleciendo así el camino de mi profesionalización.

A la familia Rojas Serrano, por brindarme calor de hogar durante toda mi profesionalización, siendo ejemplo de la hospitalidad que como nicaragüenses y hermanos debemos poseer.

Al MSc. Moisés Blanco Navarro por darme la oportunidad de trabajar en conjunto con él y brindarme consejos útiles para la vida.

Al MSc. Isabel Chavarría por brindarme su apoyo en la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria, por su formación y educación, quien hizo de mi un profesional.

Agradezco de igual manera a los fondos PACI por haber creído en este proyecto y brindarnos el financiamiento necesario para llevarlo hasta el final.

René Javier Orúe Gómez

AGRADECIMIENTO

A mi padre celestial por hacer posible mi existencia y por estar a mi lado durante toda mi vida, alzando sus brazos para levantarme después de cada caída, por darme las fuerzas necesarias para seguir y lograr este triunfo.

A mi madre Nelly María Serrano Rojas, por ser, después de Dios, mi abrigo, mi sustento, mi compañía y por ser el apoyo incondicional durante toda mi vida.

A mis hermanos: Gerardo Enrique, Juana Gabriela, María Nelly y Luis Santiago, por su apoyo y cuidado, en cada momento de mi vida.

A mi tutor el MSc. Moisés Blanco Navarro, que gracias a él fui partícipe en este gran trabajo y por ser no sólo un guía, sino también un amigo con quien compartí experiencias, logros y por brindar no sólo una mano amiga, sino consejos durante la realización de nuestro trabajo.

Al MSc. Isabel Chavarría por su apoyo brindado durante todo el trascurso de este trabajo.

A mi compañero y amigo René Javier Orúe Gómez, por su gran apoyo y esfuerzo puesto para la realización de este trabajo y a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo.

Al ingeniero Silvio Echaverri Briceño, que el Señor lo tenga en su reino, por ser un maestro, amigo y por ser uno de los pilares principales que hizo posible esta investigación.

A la Universidad Nacional Agraria, por su formación y preparación durante todos mis estudios universitarios.

Agradezco a los fondos PACI por haber financiado este proyecto.

Enrique José Rojas Serrano

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción y dosis de los tratamientos utilizados en el ensayo del nopal en Buena Vista Sur, Diriamba 2007.....	6
---	---

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1: Plano de campo del ensayo de nopal en Guadarrama, Diriamba, 2007.	8
2. Número de brotes/planta a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra del nopal, Diriamba 2007.	13
3. Longitud de brotes/planta a lo 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra del nopal, Diriamba 2007.	15
4. Diámetro de brotes/planta a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 días después de la siembra de nopal, Diriamba 2007.	16
5. Brotes totales y brotes a cosecha (120 días después de la siembra) de nopal, Diriamba 2007.	17
6. Rendimiento de nopal en kg/ha, Diriamba 2007.....	19

INDICE DE ANEXOS

Anexos	Página
1: Costos de establecimiento y manejo del cultivo de nopal por hectárea (ha), en la zona de Diriamba –Carazo en el primer año.....	25
2: Costos de mantenimiento del cultivo del nopal ya establecido en 1 ha.....	26
3: Contenido nutricional en 100 g de porción comestible de nopal, comparado con otros cultivos (chayote, papa y lechuga).	26
4. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 60 días después de la siembra. 27	
5. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 75 días después de la siembra. 27	
6. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 90 días después de la siembra. 27	
7. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 105 días después de la siembra.	28
8. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra.	28
9. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en la longitud de los brotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.	28
10 Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en la longitud de los brotes en el cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra.	29
11. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el diámetro de los brotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.	29
12 Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el diámetro de los brotes en el cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra.	29

RESUMEN

En zonas desérticas se encuentran una gran diversidad de especies vegetales, entre las que encontramos al nopal (*Opuntia ficus indica* L.), planta Cactácea, cuyas características xerófitas le permiten sobrevivir en condiciones adversas, tanto climáticas como edafológicas. En países como México, el nopal resulta ser una alternativa alimenticia para humanos y animales; basado en esto, surge la idea de generar información agronómica acerca del cultivo, con el objetivo de dar una respuesta a los problemas de hambre que actualmente acontecen en el país, brindando información sobre el potencial del cultivo para adaptarse a zonas marginales, donde otros no pueden producir. En la finca Guadarrama, ubicada en la comunidad Buena Vista Sur en el kilómetro 56 ½ carretera Diriamba - La Boquita del departamento de Carazo, con un clima de trópico seco, se estableció el 6 de Julio del 2007, un ensayo con el propósito de determinar la influencia de diferentes enmiendas nutricionales sobre el rendimiento del nopal. El diseño experimental fue un Bloque Completo al Azar (BCA) con 4 repeticiones y 6 tratamientos (Compost 2 kg/planta, estiércol 2 kg/planta, gallinaza 0.5 kg/planta, lombrihumus 0.5 kg/planta, fertilizante 12-15-10, 0.03 kg/planta y Testigo absoluto), analizando las siguientes variables: sobrevivencia, diámetro y largo de brotes, brotes por planta, brotes totales y peso de brotes a cosecha, a los 120 dds los resultados más significativos fueron: la sobrevivencia fue de un 100 %, el promedio del largo de brotes osciló entre 10.5 - 12.5 cm sin significancia estadística, el diámetro osciló entre 4.5 - 5.2 cm sin presentar diferencias estadísticas significativas. El mejor rendimiento fue obtenido por el fertilizante con 2 661.65 kg/ha seguido del compost con 1 176.16 kg/ha. En brotes/ha cosechados el primer lugar lo obtuvo el fertilizante completo con 61 700 kg/ha seguido del compost con 22 500 kg/ha.

ABSTRACT

In desert areas there is a great diversity of plant species, among which are at the nopal (*Opuntia ficus indica* L.), Cacti plant characteristics xerófitas let you survive adverse conditions, weather and soil, in countries like Mexico, is the nopal be an alternative food for humans and animals; Based on this, the idea of generating information about the agronomic crops, in order to respond to problems of hunger that currently occur in the country, providing information on the potential growing to accommodate marginal areas where others can not produce; Guadarrama on the farm, located in the South Buena Vista community in the 56 kilometre road Diriamba-La Boquita the department of Carazo, with a dry tropical climate, was established on 6 July 2007, a trial in order to determine the influence of applying different amendments nutritional performance nopal, the experimental design was a Block Full Random (BFR) with 4 replicates and 6 treatments (compost 2 kg/plant, manure 2 kg/plant, poultry litter 0.5 kg/plant, lombrihumus 0.5 kg/plant, 12-15-10 fertilizer, 0.03 kg/plant and Witness all), his analysis of the following variables: sprouts per plant, diameter and length of sprouts, survival, Outbreaks and weight shoots harvest, which are at 120 das the most significant results; survival was 100 %, the average length outbreaks ranged between 10.5-12.5 cm without statistical significance, the diameter ranged between 4.5-5.2 cm without statistically significant differences. The best performance was obtained by the fertilizer with 2 661 .65 kg / ha followed by the compost with 1 176 .16 kg / ha. In outbreaks / harvested has won the first place as fertilizer complete with 61 700 to 22 500 followed by the compost.

I INTRODUCCIÓN

A nivel mundial acontecen en la actualidad cambios climáticos, que traen como consecuencia, inviernos irregulares, huracanes fuertes, feroces y sequías prolongadas, que en su mayoría desfavorecen a la producción agrícola, creando déficit de productos alimenticios. Nicaragua por ser un país agrícola se ve directamente afectado por los cambios climáticos antes mencionados (Moncada, 2007a).

“Agricultura mundial esta bajo presión” (Moncada, 2007b) “Urgen inversiones al agro a prueba del clima” (Moncada; 2008), son sólo algunos de los titulares que se observan a diario en periódicos de Nicaragua, la crisis alimenticia presiona al sector agrícola a generar alternativas viables que sean respuesta a los problemas que se están suscitando a diario.

Investigaciones realizadas en Nicaragua evidencian el gran potencial que el cultivo del nopal tiene para la producción de verdura fresca (consumo humano), presentando gran adaptabilidad en zonas de trópico seco del país, como la región costera de Diriamba (Landro y Cruz, 2005).

El nopal es una planta perenne perteneciente a la familia de las Cactáceas. Se considera originaria del golfo de México y el Caribe, debido a la gran variabilidad genética, ésta se encuentra distribuida en muchas zonas desérticas de Estados Unidos, México y América del Sur (Flores, 2001).

La gran adaptación que el nopal presenta a las condiciones de desierto se debe a que es una planta MAC,(metabolismo del ácido crasuláceo) significa que cierra sus estomas por el día y los abre por la noche, acumulando dióxido de carbono que posteriormente es convertido en ácido Málico, almacenándose en las vacuolas de la corteza, este ácido en el siguiente evento luminoso, es descarboxilado en el citoplasma celular y finalmente reducido en los cloroplastos a través del ciclo de Calvin, esta ruta metabólica le permite gran eficiencia del recurso hídrico, reduciendo las pérdidas de agua (Pimienta, 1988).

El alto rango de adaptabilidad que posee el nopal en zonas desérticas no solo se debe al metabolismo tipo MAC, sino a una serie de cambios metabólicos que ha sufrido, permitiendo además de adaptarse a zonas con altas temperaturas, acelerar su crecimiento a temperaturas de 55 °C (McDougal y Working, 1921).

Como menciona Pimienta (1988), el rango de adaptabilidad del nopal, se extiende por toda América. En Nicaragua el nopal es llamado tuna o chumbela, actualmente esta planta la encontramos en varias zonas del país, principalmente en todos los departamentos de la región Pacífico y Central.

El nopal en Nicaragua es un recurso aun no explotado, debido a que muchos desconocen el gran uso que esta planta posee, aunque sí es utilizado desde muchos años atrás principalmente como medicina natural en ciertas zonas del país. El nopal se encuentra a lo largo de todo el territorio nicaragüense, en caminos, patios y casas, utilizados como cercos o en jardines de manera ornamental.

La importancia de este cultivo radica en la diversidad de utilidades que posee, tanto por su valor nutritivo (anexo 3), así como la capacidad de sobrevivencia o subsistencia en las diferentes zonas áridas de nuestro país, ya que debido a su constitución morfológica y fisiológica posee alta resistencia a la sequía y a cambios climáticos (Ríos y Quintana, 2004).

El nopal en América ha sido utilizado desde muchos siglos atrás, principalmente por los aztecas con fines medicinales: para las fiebres bebían el jugo, el mucílago o baba del nopal la utilizaron para curar labios partidos, la pulpa curaba la diarrea, las espinas para la limpieza de infecciones, la fruta era usada para controlar el exceso de bilis y la raíz para el tratamiento de hernia, hígado irritado, úlceras estomacales y erisipela (Díaz del Castillo, 1991). Finalmente, resultados experimentales han demostrado que el nopal tiene propiedades medicinales y puede ser eficiente en tratamientos contra la diabetes, gastritis y obesidad (Pimienta, 1997).

Esta especie una vez introducida en España desde México, se distribuyó por toda la cuenca del Mediterráneo. Probablemente los primeros nopales fueron cultivados cerca de Sevilla o Cádiz, puntos terminales de los viajes a las Indias

(Barbera *et al.*, 1999). Es así como actualmente existen en forma silvestre o cultivada en el sur de España, en toda la cuenca del Mediterráneo, Francia, Grecia, Italia y Turquía, llegando hasta Israel. Los árabes la llevaron desde España a África, difundiéndose en Argelia, Egipto, Eritrea, Etiopía, Libia, Marruecos y Túnez, sin embargo, su distribución es aún mayor; en el continente americano, se encuentra desde Canadá hasta tierra de fuego en Argentina (Flores, 2001).

Los cladodios jóvenes se consumen como verdura principalmente en México. Los frutos son utilizados para consumo fresco, estos tienen un mercado internacional potencial, sobre todo en Estados Unidos de Norte América y Europa donde se les considera un producto exótico.

El mayor interés hacia las opuntias, es la importante función que tiene en el éxito de los sistemas de agricultura sostenible en zonas áridas y semiáridas, además requiere de poca agua y energía (García de Cortázar y Nobel, 1992). En algunos sistemas multifuncionales son importantes para protección del suelo y sus funciones básicas como planta que puede producir material para alimento y materia prima para la elaboración de cosméticos (Sosa y García, 1997).

Borrego y Burgos (1986), afirman que la aplicación de enmiendas nutricionales al iniciar la época lluviosa, en la región de Milpa Alta, D. F. México, genera buenos resultados en cuanto a rendimiento, alcanzando el doble de la producción en la época seca

Basado en el problema de hambre que enfrenta Nicaragua, conociendo el potencial nutritivo del nopal y tomando referencias como las de Borrego y Burgos (1986), se pretende con este trabajo conocer los beneficios que trae la aplicación de enmiendas nutricionales al inicio de la época lluviosa en el cultivo del nopal en Nicaragua.

II. Hipótesis

Al menos 2 de las enmiendas nutricionales utilizadas, generan comportamientos diferentes en cuanto a variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo del nopal.

2.1 Objetivo general

1. Determinar la influencia que tienen las diferentes enmiendas nutricionales aplicadas sobre crecimiento y rendimiento del cultivo de nopal.

2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar cual de las enmiendas aplicadas generan los mejores resultados en cuanto a crecimiento y rendimiento del cultivo del nopal.

2. Conocer las diferencias que produce la aplicación de enmiendas nutricionales sobre el crecimiento y rendimiento de nopal.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del lugar

3.1.1 Ubicación del experimento

El ensayo se estableció en el mes de julio (época de primera), del año 2007, en la finca Guadarrama, ubicada en la comunidad de Buena Vista Sur, en el kilómetro 56 ½ carretera a Casares – La Boquita, del municipio de Diriamba departamento de Carazo.

3.1.2 Zonificación agroecológica

La finca está ubicada a 14.9 km de Diriamba, el experimento se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: 11° 45' 07" latitud Norte, 86° 18' 48" longitud Oeste y una altitud de 149 metros sobre el nivel del mar, la temperatura oscila entre 30 - 38 °C y la humedad relativa es de 60 %, el suelo es de textura arcillosa.

3.2 Descripción del diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño de bloques completamente al azar (BCA) unifactorial, con 4 repeticiones y 6 tratamientos.

Los tratamientos se distribuyeron de manera azarizada, al momento de la siembra.

La parcela experimental presentó las siguientes dimensiones: 4 metros de largo y 2 metros de ancho, compuesta de 16 plantas, con una parcela útil de 6 plantas. El área experimental consto de 208 metros cuadrados, con una densidad poblacional de 416 plantas, de las cuales 144 plantas fueron las evaluadas, que correspondían al total de plantas de las consideradas como parcela útil, el ensayo presentó dimensiones de 16 metros de largo y 13 metros de ancho.

Tratamiento	Descripción	Dosis kg/planta	Dosis t/ha
T1	Estiércol	2.00	40.0
T2	Compost	2.00	40.0
T3	Gallinaza	0.50	10.0
T4	Lombrihumus	0.50	10.0
T5	Completo 12 - 15 - 10	0.03	0.6
T6	Testigo absoluto	Sin aplicación	0.0

Tabla 1. Descripción y dosis de los tratamientos utilizados en el ensayo del nopal en Buena Vista Sur, Diriamba 2007.

3.3 Levantamiento de datos

Los levantamientos de datos se realizaron con una frecuencia de 15 días, a partir de los primeros 15 días de plantado el ensayo (06 de julio de 2007). El periodo de levantamiento de datos tuvo una duración de 120 días.

3.4 Variables evaluadas en el cultivo del nopal

3.4.1 Número de plantas vivas de nopal

Se contabilizaron las plantas vivas y muertas encontradas en el campo, de las 144 plantas evaluadas en las parcelas útil, desde los primeros 15 días de plantado hasta los 120 días momento en que se cosechó.

3.4.2 Número de brotes

Es el conteo acumulativo de los nuevos brotes (cladodios, artículos globosos aplanados, muy carnosos, que constituyen la parte vegetativa comestible, así como el material utilizado para su propagación), este se realizó en las 6 plantas de cada parcela útil, únicamente a aquellos brotes cuyas dimensiones pueden medirse.

3.4.3 Longitud y diámetro de brotes

Estas mediciones se realizaron desde los primeros 15 días después de la siembra hasta los 120 días después de la siembra, momento en que se cosechó. Las mediciones que se realizaron en cm, a los brotes nuevos, para conocer sus dimensiones.

3.4.4 Rendimiento

Se recolectaron los brotes que están aptos para el consumo, estos eran desprendidos de la planta utilizando tijeras de podar. Este dato fue medido pesando los brotes a cosecha y contabilizando éstos mismos por cada tratamiento. Una vez pesados los brotes se proyectaron a rendimientos por hectárea.

3.4.4.1 Brotes a cosecha

El dato de brotes a cosecha se obtuvo en una sola toma a los 120 días después de la siembra, a partir del conteo de los brotes cosechados en las plantas de la parcela útil por cada uno de los tratamientos, únicamente se cosecharon aquellos brotes (cladodios) que no presentaban deformaciones, sin daños mecánicos, libres de plagas, enfermedades y que tenían un tamaño de 10 a 20 cm de longitud y 5 a 8 cm de diámetro, posteriormente el dato fue proyectado a hectárea.

3.5 Plano de campo

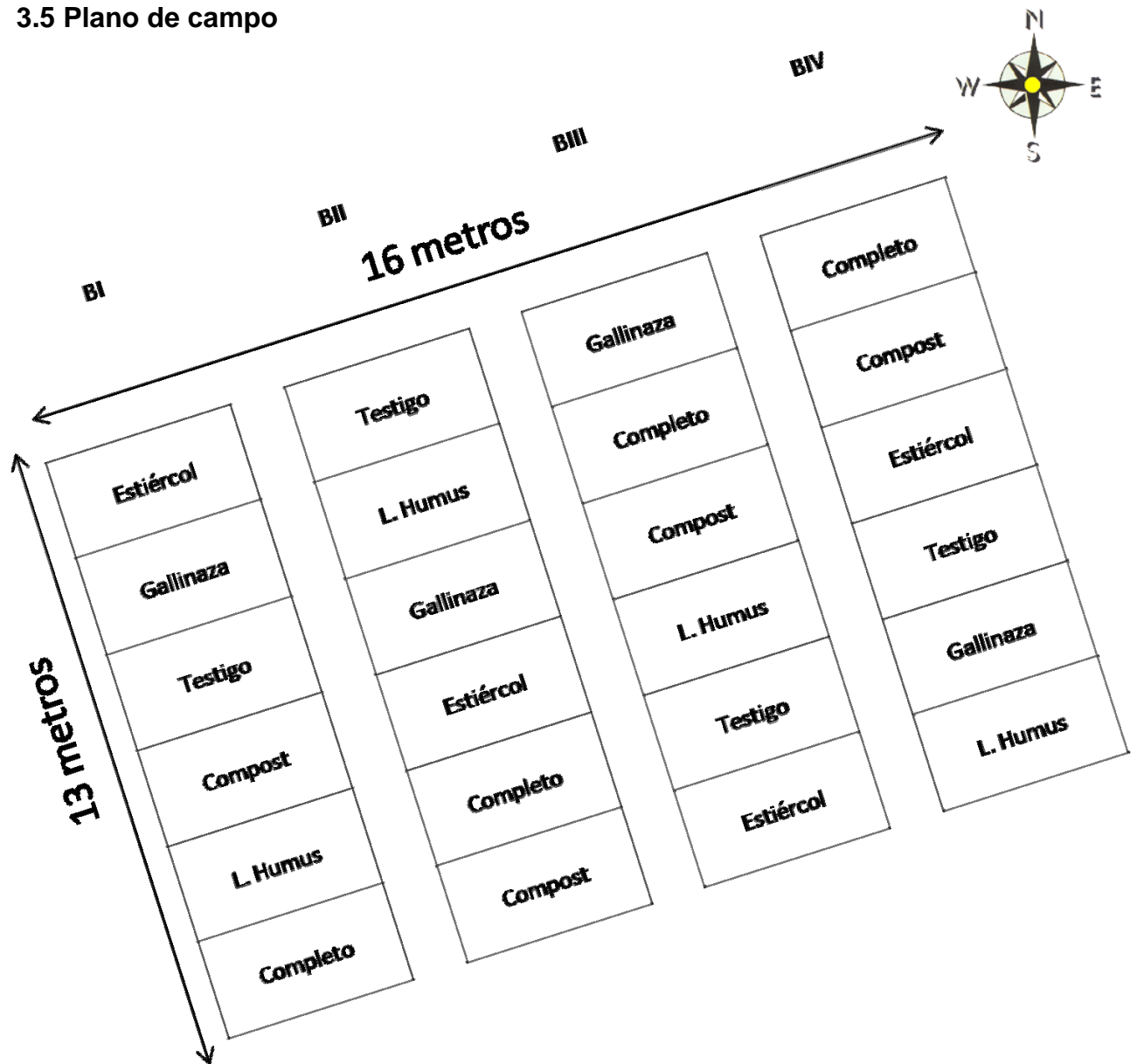


Figura 1: Plano de campo del ensayo de nopal en la finca Guadarrama, Diriamba, 2007.

3.6 Análisis estadístico

A los datos levantados se les realizaron análisis estadísticos, se utilizó un ANDEVA al 95 % de confianza. La separación de medias se llevó a cabo por el método de Duncan α 5 de probabilidad. Se seleccionó este método ya que tanto Duncan como Tukey dieron las mismas categorías. Los análisis se realizaron a cada una de las variables en cada toma de dato.

3.7 Análisis de suelo

Se realizaron 3 análisis de suelo. El primer análisis se realizó en el área a sembrar cuando aún no se había establecido la plantación. El segundo y tercer análisis de suelo se realizó al momento de la cosecha.

Una de las muestras estaba compuesta por la combinación de las cuatro submuestras extraídas en los tratamientos donde se aplicó compost, lombrihumus, estiércol y gallinaza obteniendo al final una única muestra de 1 kg de peso. La otra muestra estaba conformada por la mezcla de las 4 repeticiones donde se aplicó completo, formando al final una sola muestra de 1 kg de peso. La profundidad de muestreo para todos los tratamientos fue de 20 cm, según Gudiel (1987) en esta profundidad se encuentra el mayor desarrollo radicular.

3.8 Manejo agronómico

3.8.1 Época de plantación

El ensayo se estableció el 6 de julio de 2007, esto con la finalidad de que el nopal capte agua pluvial los primeros 15 días de establecido, para luego entrar en un periodo seco (canícula), esto favorece al cultivo, ya que las altas humedades en periodos tempranos de crecimiento del nopal favorecen, según Ríos y Quintana (2004), el crecimiento de hongos y bacterias.

3.8.2 Selección y extracción del material de siembra

El material de siembra utilizado fue semilla vegetativa, dicho material está compuesto por 3 cladodios o pencas, debido a que éstas son más eficientes en cuanto a producción de nopalitos (Landerio y Cruz, 2005).

Este material se extrajo de una casa de habitación localizada en el kilómetro 11 ½ carretera vieja a León. Las pencas extraídas fueron utilizadas para establecer toda el área experimental, parcela útil y bordes.

3.8.3 Tipo de labranza

Para el establecimiento se utilizó labranza cero, únicamente se realizó un ahoyado, cuyas dimensiones se efectuaron según el tamaño de la semilla.

3.8.4 Siembra

La profundidad de siembra fue de 20 cm, se enterró solamente la tercera parte inferior, con la finalidad de que en caso de pudriciones se pueda disponer de 2/3 partes para replantarla como fracciones mínimas (Vásquez, *et al.*, 2007), de esta forma queda buena superficie para brotación y la parte enterrada corresponde a una área suficiente para el arraigamiento y estabilidad de la planta (Fabbri *et al.*, 1996).

La distancia de siembra utilizada fue de 0.5 m entre planta, recomendada por Alonso y Cruz (2006). Los surcos fueron dispuestos a 1 m, con una densidad de 20 000 plantas/ha (Blanco *et al.*, 2007a).

3.8.5 Orientación de los cladodios

La orientación en que se dispusieron las caras planas de los cladodios al plantarse, fue de Este a Oeste, ya que Nobel (1982) menciona que en zonas con latitudes inferiores a 27° Norte o Sur las caras planas de los cladodios deben orientarse de Este a Oeste, de esta manera hay mayor eficiencia fotosintética y una mayor emisión de raíces.

3.8.6 Control de malezas

Antes de realizar la siembra se hizo una limpieza manual de malezas, con el fin de crear condiciones óptimas para el cultivo. Alemán (2004), asevera que el control de malezas al momento de la siembra es de gran importancia debido a que esta práctica favorece al cultivo, librándolo de competencia durante sus primeros estadios de crecimiento.

Posteriormente se realizaron 2 controles a los 45 y 90 días después de la siembra, período en el cual ya el enmalezamiento era muy severo (Blanco *et al.*, 2007b), el control se realizó con azadón procurando no lesionar las plantas.

3.8.7 Cosecha

La mayor producción se obtiene durante la época de mayor humedad y temperatura (mayo a septiembre). La cosecha se realizó de forma manual, cuando los brotes alcanzaron de 10 a 15 centímetros de largo (100 a 120 gramos), con un color verde tierno y textura blanda, fueron cosechados antes de que empezaran a lignificar, ya que en investigaciones realizadas por Blanco *et al.* (2008a) se determinó que eso no los hace aptos para el consumo.

La primera cosecha se realizó a los 120 dds en concordancia con trabajos de investigación anteriores, como el realizado por Gutiérrez y Hernández (2008). Según Ríos y Quintana (2004),

El corte se realiza preferentemente antes del medio día, esto con el objetivo de lograr temperaturas más bajas y de esta manera se alarga su vida de anaquel, el corte del nopalito se realiza preferiblemente con tijeras, justo en la unión de la base entre la penca y el brote, no se recomienda realizar el corte manual o con cuchillo, por que puede provocar heridas al desprenderse el nopalito ocasionando el inicio de alguna enfermedad (Ríos y Quintana, 2004).

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre la sobrevivencia del nopal verdura.

Dentro de los diversos usos de las Cactáceas, despierta interés el género *Opuntia*, ya que su importancia radica en el éxito para producir donde otros cultivos no pueden, esto se debe al potencial que tienen las opuntias para adaptarse a zonas áridas y semiáridas por su gran eficiencia en el uso del agua y por sus características de plantas CAM (Mondragón y Pimienta, 1987). Pimienta (1988), asevera que el nopal se adapta a diversas condiciones de suelo, altitudes y tipo de vegetación.

El número de plantas vivas encontradas en el ensayo, refleja la adaptación que el nopal tiene a la zona de estudio, permitiendo determinar si la zona de estudio es apta para este cultivo.

La sobrevivencia mostrada en todos los tratamientos fue de 100 %, no encontrando plantas muertas en ninguno de los tratamientos. Lo que evidencia la adaptabilidad del material a la localidad de estudio.

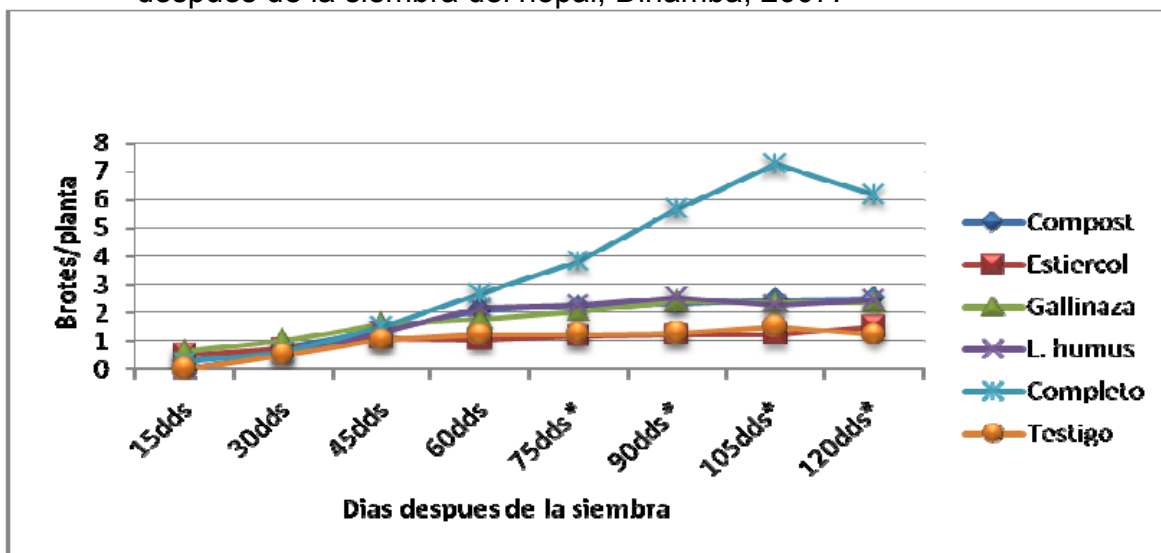
4.2 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre el número de brotes del nopal verdura.

Esta variable refleja la producción de la plantación, debido a que cada brote representa un cladodio próximo a cosecha.

Conociendo el número de brotes se determina la velocidad y frecuencia de brotación de la planta, así como también determinamos la formación de la estructura vegetativa de la planta. El grado de desarrollo de la planta permite realizar no sólo estimados de cosecha, sino también los tiempos de ésta, cuando el destino de la plantación sea la producción de nopalitos como verdura fresca.

En cuanto al número de brotes, el comportamiento presentado durante los primeros 60 dds fue uniforme, las medias de brotación por tratamiento siguieron el mismo patrón de crecimiento (Figura 2). A partir de los 75 dds el comportamiento cambio, mostrando por primera vez significancia estadística.

Figura 2. Número de brotes/planta a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra del nopal, Diriamba, 2007.



A los 120 dds, el ANDEVA al 95 % de confianza reflejó que continuaba habiendo significancia estadística entre los tratamientos estudiados. La prueba de rangos múltiples de Duncan realizada con α 5 % agrupó a los tratamientos en 2 categorías estadísticas. La primera, compuesta por el tratamiento con fertilizante 12-15-10, con un promedio de 6.17 brotes por planta, y una segunda categoría que agrupaba al resto de los tratamientos antes descritos. El tratamiento de la segunda categoría que mostró mayor diferencia numérica, fue el compost con un promedio de 2.49 brotes por planta, seguido por el tratamiento lombrihumus con un promedio de 2.45 brotes por planta. El tratamiento que presentó el menor número de brotes por planta fue el testigo absoluto (sin aplicación), con un valor medio de 1.2 brotes por planta.

Para todos los tratamientos, exceptuando el testigo absoluto, el elemento en mayor proporción fue el nitrógeno, aplicando un promedio de 180 – 200 kg/ha de N por tratamiento, lo que justifica el hecho de una brotación mayor en comparación con el testigo absoluto, en donde no se aplicó ningún elemento nutricional, ya que Pimienta (1988), afirma, que el nitrógeno es un elemento importante por ser determinante para el crecimiento del nopal.

La formulación del fertilizante 12-15-10, también influyó en la mayor eficiencia, debido a que este ofrece una respuesta más rápida en contraste con los abonos orgánicos, que para que tengan liberación de nutrientes, deben de mineralizarse.

4.3 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre la longitud (cm) de los brotes del nopal verdura.

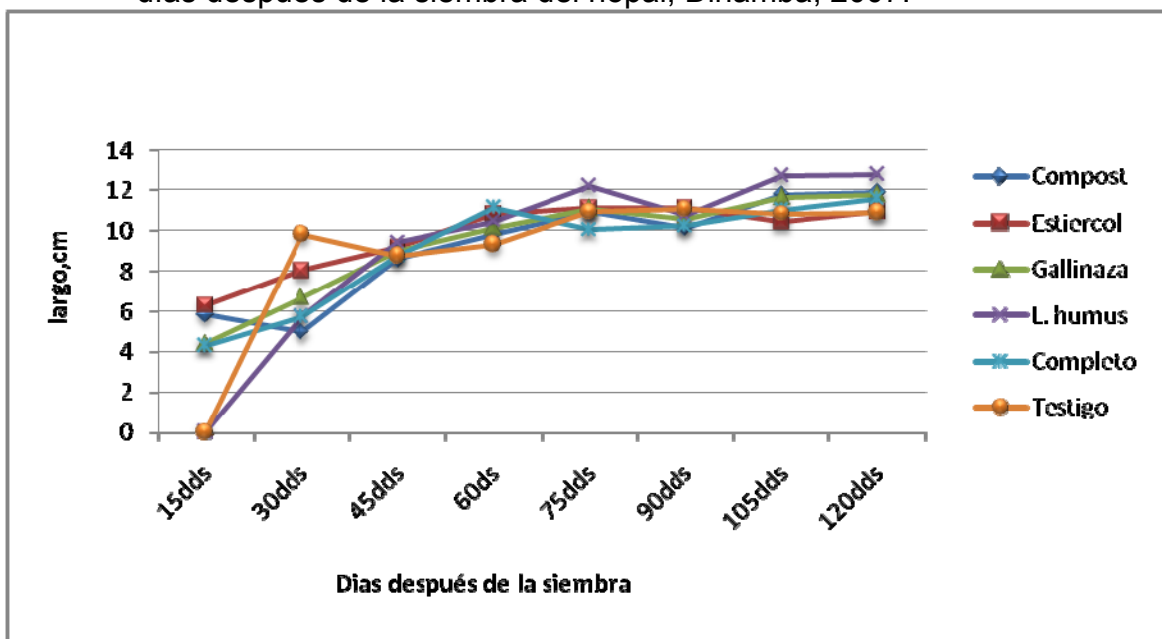
La longitud de los brotes es una variable importante desde el punto de vista comercial, ya que es uno de los elementos principales que componen el índice de cosecha. Los brotes a cosecha deben de haber alcanzado ciertas dimensiones, aproximadamente de 10 a 20 cm de longitud para estar aptos (Blanco *et al.*, 2008b).

Conociendo la velocidad de crecimiento se puede estimar los días de cosecha, de este modo no pasará en alto el tiempo óptimo para cosechar, ya que hay que tomar en cuenta que los cladodios almacenan agua y forman tejidos, creciendo hasta alcanzar un máximo de capacidad, sobre estos cladodios se forman nuevos brotes, haciendo una secuencia de pisos e incrementando el índice de área foliar, pero este incremento puede resultar negativo en plantaciones con altas densidades, a como también afectan el rendimiento aumentando el número de cladodios pasados de cosecha (lignificado).

Como se observa en la Figura 3, la longitud de los brotes fue creciendo uniformemente para cada uno de los tratamientos.

A partir de los 60 dds se nota la uniformidad en cuanto a las longitudes de los brotes, las diferencia entre el mayor y menor no superó los 1.5 cm.

Figura 3. Longitud de brotes/planta (cm) a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra del nopal, Diriamba, 2007.



El ANDEVA reflejó que no hubo significancia estadística entre los tratamientos durante el transcurso del ensayo, no obstante si hubo diferencias numéricas, el tratamiento que presentó la mayor longitud de los brotes a los 120 dds fue el lombrihumus, con un promedio de 12.76 cm por brote, seguido del compost con 11.37 cm y ocupando el último lugar, el testigo absoluto, con un promedio de 10.88 cm por brote.

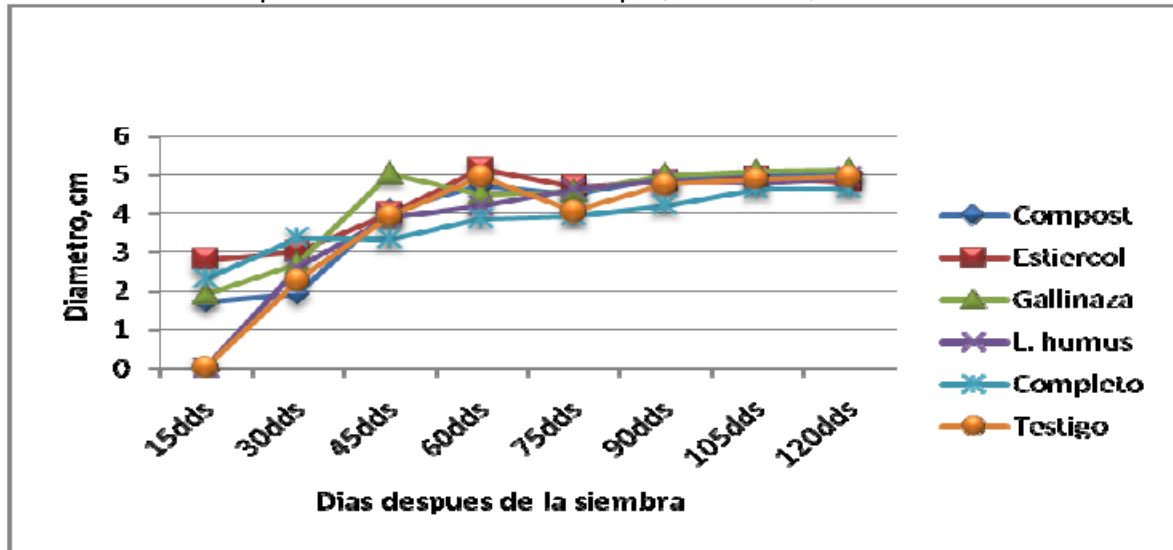
La nutrición edáfica no trae efecto significativo en cuanto al área fotosintéticamente activa compuesta por el diámetro y el largo por 1.42 (García, *et al.*, 2000). Ya que el largo es directamente proporcional al área fotosintéticamente activo la nutrición tampoco tiene efecto sobre éste.

4.4 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre el diámetro (cm) de los brotes del nopal verdura.

El diámetro es una de las parte del cladodio que determina el área foliar, de manera que al aumentar el diámetro de los cladodios, mayor será el área foliar e incremento del proceso fotosintético, produciendo mayor biomasa y rendimiento más altos (García, *et al.*, 2000).

Como muestra la Figura 4, durante todo el período del ensayo el comportamiento de los diferentes tratamiento en cuanto al diámetro de los brotes no mostró significancia estadística, sin embargo al igual que la longitud hubo diferencias numéricas poco marcadas, las diferencias entre el mayor y el menor no alcanzó más de 1 cm.

Figura 4. Diámetro de brotes/planta (cm) a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 días después de la siembra de nopal, Diriamba, 2007.



A partir de los 30 días después de la siembra, todos los tratamientos mantuvieron el mismo comportamiento a lo largo del ensayo. El tratamiento que presentó mayor diámetro fue la gallinaza, con 4.99 cm por brote a los 120 dds, seguido del tratamiento compost, con 4.91 cm por brote a los 120 dds. El último lugar con respecto a diámetro de brotes lo ocupó el tratamiento completo 12-15-10 con 4.21 cm por brote a los 120 dds.

El diámetro no se ve influenciado por la nutrición ya que es un componente directamente proporcional del área fotosintéticamente activa. García, *et al.*, (2000), aseveran que aplicar abonos en plantaciones de nopal no tiene efecto sobre el área fotosintéticamente activa, por lo que tampoco influye en el diámetro de los brotes.

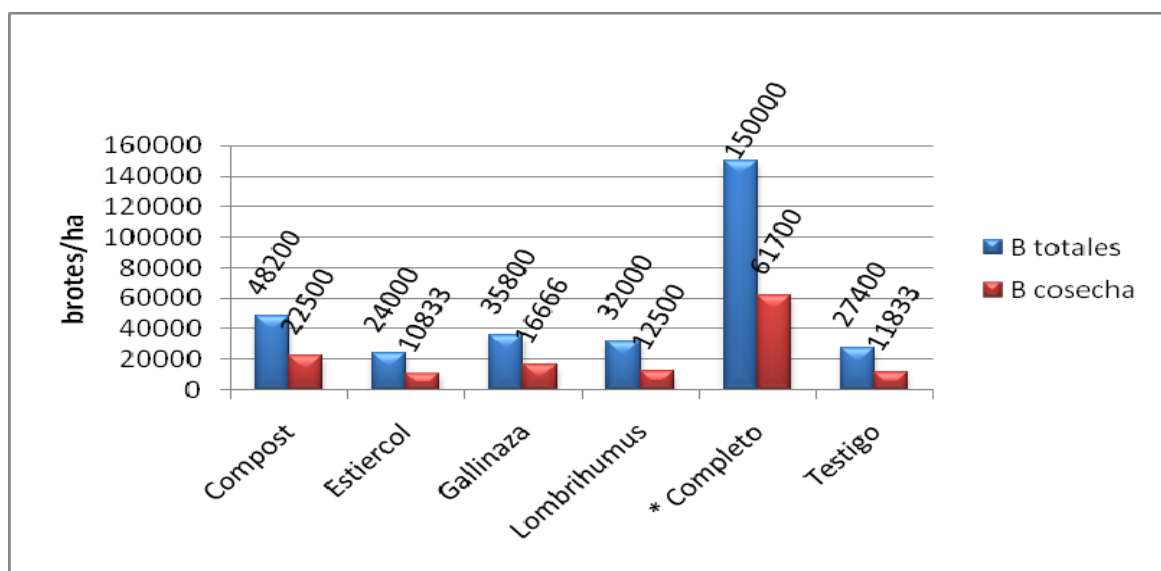
4.5 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre el número de brotes a cosecha del nopal verdura.

Esta variable permite comparar la cantidad de brotes que tenía la planta a los 120 días y el número de brotes listos para cosecharse, de tal manera se puede proyectar el valor y tiempo de la próxima cosecha.

El ANDEVA realizado con un 95 % de confianza a los brotes cosechados reflejó la existencia de diferencia estadística para los tratamientos. La prueba de rangos múltiples de Duncan realizada con un α 5 % permitió agrupar los tratamientos en 2 categorías estadísticas.

En la Figura 5 se puede observar el comportamiento de los brotes a cosecha para cada uno de los tratamientos y su contraste con los brotes totales contabilizados el día de la cosecha.

Figura 5. Brotes totales y brotes a cosecha (120 días después de la siembra) de nopal, Diriamba, 2007.



El tratamiento con fertilizante (testigo relativo), tuvo un total de brotes a cosecha de 61 700 brotes/ha, ubicándose en la primera categoría estadística, la segunda categoría fue ocupada por el resto de los tratamientos, cabe mencionar que existieron diferencias numéricas entre ellos. En la segunda categoría, el que

presentó los mejores resultados en cuanto a brotes a cosecha fue el compost, con un total de 22 500 brotes/ha, quien obtuvo los resultados más bajos fue el estiércol con 10 833 brotes/ha.

La Figura 5 muestra que existe una cantidad de brotes por planta para cada uno de los tratamientos que no fue cosechado, este dato es el de brotes totales, analizado estadísticamente y mostrando sus resultados en el acápite 4.2 este dato es el de brotes por planta a los 120 dds (momento de la cosecha), que posteriormente fue proyectado a hectárea. De manera general contrastando los brotes a cosecha se puede afirmar que a los 120 días se encuentran de cosecha un 40-50 % de los brotes totales.

4.6 Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas nutricionales sobre el rendimiento de los brotes del nopal verdura.

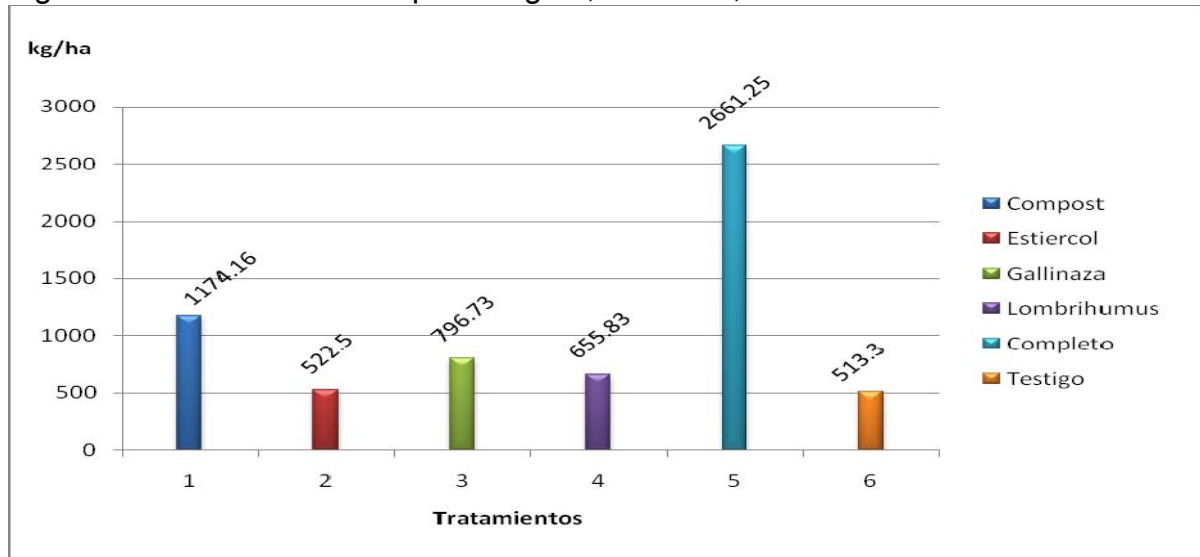
Los brotes o cladodios (artículos globosos claviformes aplanados, muy carnosos) son el interés desde el punto de vista alimenticio, esto se debe a que los brotes cuando son tiernos (10 - 15 cm de longitud) se usan como verdura fresca.

El rendimiento en nopal se puede determinar como: número de brotes o nopalitos y en peso de los nopalitos, los brotes listos para cosecharse pueden tener las dimensiones antes mencionadas, alcanzando un peso promedio de 100 a 120 g (Blanco, *et al.*, 2008a), estos pesos son inferiores a los que presenta Ríos y Quintana (2004), ya que ellos mencionan que los nopalitos de 15 a 25 cm de longitud y de 8 a 12 cm de diámetro pueden alcanzar un peso de 200 a 250 g.

En cuanto al rendimiento obtenido en el ensayo de nopal, el ANDEVA realizado con un 95 % de confianza reflejó que existe significancia estadística entre los tratamientos aplicados. La prueba de rangos múltiples de Duncan realizada con un α 5 % dio como resultado 2 categorías estadísticas. La primera categoría compuesta por el tratamiento con fertilizante (testigo relativo) con 2 661 kg/ha. La segunda categoría agrupó al resto de los tratamientos, encabezados por el compost con 1 174 kg/ha, en un segundo lugar, dentro de la misma categoría está el tratamiento con gallinaza con 796 kg/ha, el ultimo lugar lo ocupó el tratamiento testigo absoluto con 513 kg/ha. Todos los tratamientos contenidos en la segunda

categoría estadística tienen únicamente diferencia numérica entre sí. Cabe mencionar que el mejor rendimiento no fue alcanzado por peso mayor de cladodios individuales, o tamaño de estos, si no por haber más brotes por planta por tratamiento. Eso evidencia que el peso de cladodios por efecto de tamaño no esta ligado a la nutrición. García, *et al.*, (2000), en resultados de trabajos realizados en Chile muestran que la nutrición no fue determinante en el peso de los brotes cosechados, reforzando de esta manera el trabajo de investigación.

Figura 6. Rendimiento de nopal en kg/ha, Diriamba, 2007.



V CONCLUSIONES

- El nopal responde de manera positiva a las condiciones edáficas y climáticas de la zona, obteniendo una sobrevivencia del cultivo de un 100 %, con lo que queda evidenciada la adaptabilidad de este cultivo a la zona de estudio.
- La aplicación de enmiendas nutricionales genera efecto positivo en el nopal en cuanto a la brotación. Los mejores resultados el tratamiento con completo 12-15-10 seguido por el compost.
- La aplicación de enmiendas nutricionales no influye en el diámetro y longitud de los rebrotes.
- El rendimiento por cosecha está influenciado positivamente por la aplicación de enmiendas nutricionales como se evidenció en los resultados, mostrando el mejor resultado el testigo relativo (fertilizante 12-15-10).

VI RECOMENDACIONES

Para el abonado del nopal se recomienda la utilización de compost a razón de 2 kg/planta, ya que los resultados arrojaron que éste genera los segundos mejores resultados y por ser un recurso de patio que permite el manejo de los desechos de la finca a un bajo costo, convirtiendo el sistema de producción en un medio autosostenible.

Continuar estudios con el fin de determinar el comportamiento del nopal ante diferentes niveles de nutrición y momentos de aplicación.

Definir a través de estudios cuantas cosecha se pueden realizar por año, cada cuanto tiempo y cual es el mejor momento de cosecha basado en los índices que presentan los nopalitos (brotes).

Replicar los ensayos en diferentes zonas, con el objetivo de validar la tecnología generada.

VII REFERENCIAS

- Alemán, F. 2004. Manejo de arvenses en el trópico. IMPRIMATUR. 2a ed. Managua Nicaragua. 2004. Pp 69 – 76.
- Alonso, B. y Cruz, O. 2006. Evaluación de diferentes densidades de siembra de nopal (*Opuntia ficus indica* L.), en la comunidad de Buena Vista Sur. Tesis, UNA, Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 15 pp.
- Barbera, G., Inglese, P. y Pimienta, E. 1999. Historia e importancia económica y agroecológica, cultivo y usos del nopal. Estudio FAO producción y protección vegetal, Roma. 132 pp.
- Blanco, M., Gutiérrez, C., Hernández, E. y Aráuz, E. 2007a. Distancias entre surcos y su influencia sobre las malezas y el crecimiento y rendimiento del nopal (*Opuntia ficus-indica* L.) en Diriamba, LIII Reunión Anual del PCCMCA. Antigua, Guatemala. 22 p.
- Blanco, M., Zeledón, A. y Cortez, N. 2007b. Dinámica poblacional de arvenses en el cultivo de nopal (*Opuntia ficus indica* L.), bajo diferentes enmiendas nutricionales y entomofauna asociada; en Diriamba, Departamento de Carazo. IX Jornada Universitaria de Desarrollo Científico, UNA 2007. IX edición, ARCA, SA. Managua, Nicaragua. Pp 31-32.
- Blanco, M., Orúe, R., Rojas, E., Zeledón, A. y Cortez, N. 2008 a. Ficha técnica del nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller) PCCMCA. San José, Costa Rica. 2 pp.
- Blanco, M., Orúe, R., Rojas, E., Zeledón, A. y Cortez, N. 2008b. Efectos de enmiendas nutricionales en nopal (*Opuntia ficus indica* L.), un recurso natural no explotado en Nicaragua. LIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. 284 pp.
- Borrego, E. F. y Burgos, V. N. 1986. El Nopal, Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México. 202 pp.

- Díaz del Castillo B. 1991. Historia verdadera de la conquista de la Nueva España (ca1568) editore TEA, Milano. 224 pp.
- Fabbri, A., Cicala, A. y Tamburino, A. 1996. Anatomy of adventitious root formation in *Opuntia ficus indica* cladodes. Journal of Horticultural Science. Tucson, Arizona. Pp 235-242.
- Flores, V. C. A. 2001. Producción, industrialización y comercialización de Nopalitos. CIEESTAM-UACH. Texcoco, Estado de México. 206 pp.
- García de Cortázar, V. y Nobel, P. S. 1992. Biomass and fruit production for the pickly pear cactus *Opuntia ficus indica*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. Roma, Italia. Pp 558-562.
- García, V., Teresa V. y Espinosa, M. 2000. Efecto de bioabono sobre el área fotosintéticamente activa, producción de cladodios y eficiencia de recuperación de N en un cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica* L.) en el primer año post-plantación. Universidad de Chile, 2000, Casilla 1004, Santiago, Chile. 96 pp.
- Gudiel, V.1987. Manual agrícola SUPERB. VI ed, 1987. Ciudad Antigua, Guatemala. 377 pp.
- Gutiérrez, C. y Hernández, H. 2008. Estudio de 4 distancias entre surco y su influencia en el crecimiento y desarrollo del cultivo del nopal (*Opuntia ficus indica* L.), en Diriamba, Nicaragua. Tesis, UNA, Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 18 pp
- Landero, F. y Cruz, E. 2005. Adaptación del nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller) en la zona de Diriamba, Carazo, para la producción de nopal verdura. Diriamba Nicaragua. Tesis UNA, Ing. Agr. Managua, Nicaragua.17 pp.
- McDougal, D., and Working, E. 1921. Another higt temperature record for growth and endurance. Sciencec. California, Estados Unidos. Pp 54-20.
- Moncada, J. M. 2007 a. Granos básicos en riesgos por cambio climatico. La Prensa. 01/02/2007. Managua, Nicaragua. P 7B .

- Moncada, J. M. 2007b. Agricultura mundial esta bajo presión. La Prensa. 30/10/2007. Managua, Nicaragua. P 11B .
- Moncada, J. M. 2008. Urgen inversiones en el agro a prueba del clima. La Prensa. 14/02/2008. Managua, Nicaragua. P 7B .
- Mondragón, J. y Pimienta, E. 1987 Fertilización orgánica y química del nopal tunero bajo condiciones limitadas. Huertas en Producción. Memoria del 20 Congreso Nacional de la Ciencias del Suelo. Zacatecas, México. 154 p.
- Nobel, S. P. 1982. Orientation of terminal Cladodies of Plant Opuntias. But. Gaz. Cambridge, Massachusetts. 143 (2): 2 - 9- 224
- Pimienta, E. 1988. El nopal tunero: Descripción botánica, uso e importancia económica. IN GERMEN, SOMEFI. N° 7, 1988. Texcoco, México. Pp 10-12.
- Pimienta, E. 1997. El nopal en México y el mundo. In: Cactáceas, Suculentas mexicanas. CVS Publicaciones, México. D.F. Pp 25- 38
- Rios J. y Quintana V. 2004. Manejo general del cultivo de nopal. CP.N°1. 2004. Chapingo. Mexico. Pp 19 – 21.
- Sosa, V. E. y García M.P. 1997. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. FAO, Santiago, Chile. Pp 100-105.
- Vázquez, V. C., Zúñiga, T. R., Orona, C. I., Murillo, A. B., Salazar, S. E., Vázquez, A. R., García, H. L. y Troyo, D. E., 2007. Análisis del crecimiento radical en cuatro variedades de nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). Universidad Juárez del Estado de Durango. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 2007, México. C.P. 23090. 86 pp.

VIII ANEXOS

Anexo 1: Costos de establecimiento y manejo del cultivo de nopal por hectárea (ha), en la zona de Diriamba – Carazo en el primer año.

Concepto	UM	Nº de veces	Costo unitario en C\$	Subtotal en C \$	Subtotal en \$
Egresos					
1-Alquiler de tierra	Mz	1	1 000	1000	51
2-Labores manuales					
Diseño y trazado	D/H	2	70	140	7
Ahoyado	D/H	4	70	280	14
Desinfección de material de siembra	D/H	2	70	140	7
Siembra y resiembra	D/H	10	70	700	26
Limpieza y deshierbe	D/H	12	70	700	36
Podas	D/H	4	70	280	14
Cosecha	D/H	8	70	560	29
3 Insumos					
Semilla	cladodio	20 000	0.25	5 000	264.55
Cal	bolsa	1	40	40	2.1
Total de egresos				8 700	448
Ingreso					
Venta del nopal	cladodio	80 000	1	80 000	4 123
Ganancia neta				71 300	3 675

Anexo 2: Costos de mantenimiento del cultivo del nopal ya establecido en 1 ha

Concepto	UM	Nº de veces	Costo unitario en C\$	Subtotal en C \$	Subtotal en \$
Egresos					
1-Labores manuales					
Limpieza y deshierbe	D/H	12	70	700	36
Podas	D/H	4	70	280	14
Cosecha	D/H	8	70	560	29
Total de egresos				1 540	79
Ingreso					
Venta del nopal	cladodio	80 000	1	80 000	4 123
Ganancia neta				78 460	4 044

Anexo 3: Contenido nutricional en 100 g de porción comestible de nopal, comparado con otros cultivos (chayote, papa, lechuga).

Porción comestible 100 g	Cultivos			
	Nopal <i>Opuntia ficus indica</i> L.	Chayote <i>Sechium edule</i> L.	Papa <i>Solanum tuberosum</i> L.	Lechuga <i>Lactuca sativa</i> L.
Kcal	27	31	86	15
Agua	80	90	79	94
Proteínas (g)	1.7	0.9	1.8	1.7
Carbohidratos (g)	5.6	7.7	16.7	2.1
Grasa (g)	0.3	0.2	0.1	1.3
Calcio (mg)	93	12	8	40
Hierro (mg)	1.6	0.6	0.5	7.5

Anexo 4. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 60 días después de la siembra.

Fuente de varianza	S.C	G.L	C.M	Fc.	F 5%
				NS	
Tratamiento	7.56	5	1.51	2.55 ^{NS}	2.90
Bloque	0.45	3	0.15	0.25	3.29
Error	8.91	15	0.59		
Total	16.92	23			

Anexo 5. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 75 días después de la siembra.

Fuente de varianza	S.C	G.L	C.M	Fc.	F 5%
Tratamiento	18.43	5	3.68	4.90 ^{NS}	2.90
Bloque	0.67	3	0.22	0.29	3.29
Error	11.33	15	0.75		
Total	30.43	23			

Anexo 6. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 90 días después de la siembra.

Fuente de varianza	S.C	G.L	C.M	Fc.	F 5%
Tratamiento	52.79	5	10.55	11.59 ^{NS}	2.90
Bloque	0.61	3	0.20	0.21	3.29
Error	13.69	15	0.91		
Total	67.09	23			

Anexo 7. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 105 días después de la siembra.

Fuente de varianza	S.C	G.L	C.M	Fc.	F 5%
Tratamiento	90.04	5	18	12.16 NS	2.90
Bloque	0.26	3	0.08	0.16	3.29
Error	22.2	15	1.48		
Total	112.50	23			

Anexo 8. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra.

Fuente de varianza	S.C	G.L	C.M	Fc.	F 5%
Tratamiento	89.50	5	17.9	10.71 NS	2.90
Bloque	1.18	3	0.39	0.23	3.29
Error	25.1	15	1.67		
Total	115.78	23			

Anexo 9. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en la longitud de los brotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.

Fuente de varianza	S.C	G.L	C.M	Fc.	F 5%
Tratamiento	17.23	5	3.4	0.91 NS	2.90
Bloque	0.945	3	0.31	0.08	3.29
Error	55.56	15	3.7		
Total	73.74	23			

Anexo 10 Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en la longitud de los brotes en el cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra.

Fuente de varianza	S.C	G.L	C.M	Fc.	F 5%
				NS	
Tratamiento	13.08	5	2.616	0.80	2.90
Bloque	4.49	3	1.49	0.45	3.29
Error	49.17	15	3.27		
Total	66.74	23			

Anexo 11. Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el diámetro de los brotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.

Fuente de varianza	S.C	G.L	C.M	Fc.	F 5%
				NS	
Tratamiento	2.15	5	0.43	1.34	2.90
Bloque	0.31	3	0.10	0.31	3.29
Error	4.94	15	0.32		
Total	7.4	23			

Anexo 12 Análisis de varianza del efecto de las diferentes enmiendas nutricionales en el diámetro de los brotes en el cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra

Fuente de varianza	S.C	G.L	C.M	Fc.	F 5%
				NS	
Tratamiento	2.17	5	0.423	0.51	2.90
Bloque	2.80	3	0.93	0.97	3.29
Error	12.84	15	0.85		
Total	17.81	23			